

Изменение размера зерна, в общем, коррелирует с распределением эквивалентной деформации по сечению заготовки. В периферийной зоне измельчение достигает 12,8 мкм, при общем уровне в этой зоне порядка 20-22 мкм (измельчение на 27-33 %), что объясняется высокой степенью деформации в этой зоне. Осевая область заготовки практически не получает измельчения зерна (размер зерна не мельче 29 мкм). Также присутствуют области отмеченные ростом зерна до 33,96 мкм в месте утяжины. Это явление объясняется большей долей статической рекристаллизации в данном месте.

Таким образом, исследование эволюции микроструктуры стали за один проход горячей радиально-сдвиговой прокатки (обжатие 10%) показывает измельчение микроструктуры периферийных областей заготовки на 30%. Полученные данные, в целом, коррелируют с известными результатами экспериментальных исследований [1, 3, 5].

Литература

1. Galkin S.P. Radial shear rolling as an optimal technology for lean production // Steel in Translation. – 2014. Vol. 1. № 44. –P. 61-64.
2. Пат. № 2293619 Российская Федерация, МПК B21B 19/00. Способ винтовой прокатки / С.П. Галкин; НИТУ МИСиС – № 2006110612/02, заявл. 04.04.2006; опубл. 20.02.2007. Бюл. изобр., 2007, № 5.
3. Tsay K., Arbuz A., Gusseyinov N, Nemkaeva, R., Ospanov N., Krupenkin I. Refinement of the microstructure of steel by cross rolling // J. Chem. Technol. Metall. – 2016. Vol. 4. № 51. –P. 385-392.
4. Yada H., Matsuzu N., Nakajima K., Watanabe K., Tokita H. Trans. ISIJ – 1983. №23. – P. 100–109
5. Naizabekov A.B., Lezhnev S.N., Dyja H., Bajor T., Tsay K., Arbuz A., Gusseyinov N., Nemkaeva R. The effect of cross rolling on the microstructure of ferrous and non-ferrous metals and alloys // Metalurgija – 2017. Vol. 1-2. № 56. –P. 199-202.

УДК 669

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАТНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ЗАГОТОВКИ ИЗ ЛЕГКОГО СПЛАВА

Замараев В.А., Логинов Ю.Н.

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия
89634430235@mail.ru*

Многие сплавы легких металлов обладают пониженным уровнем пластичности, что заставляет изыскивать методы обработки, в которых этот недостаток удаётся подавить. В совместной работе Института физи-

ки металлов УрО РАН и Уральского федерального университета выполнен комплекс исследований, направленных на разработку новых способов деформации малопластичных материалов, включая процессы гидро-статической обработки титана и его сплавов [1].

Материалом для моделирования деформации в последнее время обычно служил магний и его сплавы. Эти материалы имеют низкий уровень пластичности при комнатной температуре особенно в литом состоянии [2], что частично объясняется типом их кристаллического строения – это гексагональная плотноупакованная решетка. В какой-то мере магний по этому свойству напоминает титан и его сплавы, находящиеся в состоянии альфа – фазы.

Для повышения пластичности материала применялось два технологических приема. Во-первых, это применение метода гидроэкструзии, здесь уровень сжимающих напряжений создается жидкостью высокого давления, окружающей со всех сторон заготовку. Возможно управление этим уровнем за счет воздействия на заготовку пуансоном, т.е. перевода типа процесса в гибридный вариант – частично это процесс гидроэкструзии и частично это процесс обычного прессования.

Второй прием, позволяющий повысить уровень напряжений сжатия: применение вспомогательных пластически деформируемых сред, осуществляющих подпор (противодавление) течению основного металла. Этот прием опробован в процессах кузнечной осадки и обратного выдавливания.

Принципиальная схема создания схемы с созданием дополнительного противодавления представлена на рисунке.

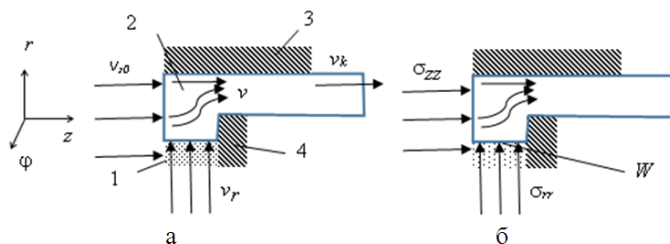


Рис. 1. Схемы кинематически возможных скоростей (а) и статически возможных напряжений (б) в системе координат rvz при выдавливании вспомогательного материала: 1 – магниевый образец; 2 – материал обоймы; 3 – стенка контейнера; 4 – рабочий поясик пуансона; W - граница между магниевым образцом и обоймой; v – вектор скорости перемещений; v_{z0} – скорость инструмента; v_k – скорость истечения; v_r – радиальная компонента вектора скорости перемещений

В предлагаемом методе дополнительные сжимающие напряжения на деформируемый материал 1 создаются за счет сил подпора, возни-

кающих при пластическом течении материала обоймы 2 в узкую щель, образованную стенкой контейнера 3 и рабочим пояском пунсона 4. В системе координат $r \varphi z$ торец сборной заготовки перемещается со скоростью инструмента v_{z0} . При этом диаметр магниевой образцы увеличивается за счет уменьшения высоты, что следует из условия постоянства объема, поэтому компонента скорости v_r направлена к периферии. Совместное течение металла по осям z и r приводит к появлению векторного поля v и формированию скорости истечения металла на выходе v_k .

При такой кинематике процесса на выдавливаемый металл действуют напряжения σ_{zz} и σ_{rr} . Радиальные напряжения σ_{rr} являются дополнительными по отношению к схеме обычной осадки, их величина определяет уровень повышения пластичности металла.

Выполнена серия опытов с изменением конфигурации заготовок и инструмента, в том числе с созданием противодействия и без его приложения. Применяемое оборудование – промышленный пресс номинальным усилием 10 МН. Выявлено, что при отсутствии противодействия полученное полое изделие покрывается сеткой трещин, шероховатость поверхности повышена, что делает его не пригодным для использования. В опытах с созданием противодействия существенно снижается количество наблюдаемых трещин, улучшается качество поверхности, в том числе уменьшается чистота поверхности.

Литература

1. Каменецкий Б.И., Логинов Ю.Н., Кругликов Н.А. Влияние условий бокового подпора на пластичность магния при холодной осадке. Технология легких сплавов. 2012. № 1. С. 86-92.
2. Логинов Ю.Н., Буркин С.П., Сапунжи В.В. Изучение упрочнения и разупрочнения магния с учетом анизотропии свойств. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 1999. № 6. С. 42-46.

УДК 621.778

ЛАБОРАТОРНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВОЛОЧИЛЬНЫЙ СТАН ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОКИ

Фаизов С.С., Радионова Л.В.

*ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский институт)», г. Челябинск, Россия
faizovsergey@gmail.com*

Метизное производство занимает значительную долю металлургической отрасли. В основе метизного передела лежит процесс волочения проволоки в монолитной волоке. Этот процесс широко применим как для